

빌딩 자동제어 개요 및 도입 효과

Application of building automation systems and its effects

박 화 진
H. J. Park
(주) 나라계전 설계실



- 1961년생
- 빌딩조명의 에너지절약에 관심을 가지고 있다.

1. 머리말

현대 생활에서 자동제어 (혹은 자동조절)란 말은 간단한 전기스토오브와 같은 가전기구나 보다 복잡한 자동차의 자동트랜스미션으로부터 사람이 일일이 주의를 기울이지 않아도 계속적으로 작동되는 거대한 공업용 기기에 이르기까지 우리가 항상 접촉하고 있는 거의 모든 것에 응용되어 왔다.

시간이 경과하고 기술발전이 전진해감에 따라서 복잡한 기계나 기구들의 자동제어의 필요성이 증가되어 왔다. 자동제어의 분야는 광범위하며, 다른 모든 공업의 발달과 같이 일연(一連)의 고도화된 전문공업으로서 오늘에 이르렀다. 이와 같이 고도로 전문화된 공업 중에서 하나의 분야를 차지하고 있는 것이 난방, 환기 및 공기조화기의 자동제어이다. 이것은 또한 인간의 안락이나 제품의 생산력에 관계될 뿐아니라 공업에도 깊은 관계를 가지며, 자동제어를 개발함으로써 안전성, 경제성 및 생산성을 증가시킨다.

따라서, 빌딩자동제어 시스템(BAS)은 빌딩에서 근무하는 사람이 쾌적한 환경에서 보다 효율적으로 안심하고 근무할 수 있도록 빌딩에 설치되는 공조위생설비, 전력조명설비, 방범, 방재설

비, 운송설비, 주차관제시스템 등 빌딩의 운영에 필요한 각종설비를 집중 관리하며, 또한 자동적으로 제어되게 함으로써 건물의 운용 효율과 관리방법을 향상시키는 시스템이다.

빌딩자동제어 시스템은 빌딩관리의 합리화를 위하여 대규모 빌딩 뿐 만 아니라 중 소규모 빌딩에도 대부분 설치되어 그 효과를 올려 왔으며, 중앙관제장치는 없더라도 현장 설비의 자동제어 기기는 반드시 설치되고 있다.

빌딩자동제어 시스템은 공조, 전력, 조명등 대상 설비별로 자동제어와 중앙감시방법이 발달되어 왔으나 인텔리전트 빌딩에 있어서는 각종 설비가 유기적으로 조화되어 최적의 환경제공 및 제어를 할 수 있도록 하는 방향으로 발전되고 있다.

2. 필요성

- 가. 환경모델의 질적 다양화
- 나. 관제대상의 양적 증가
- 다. 관리의 종합화 유기화

3. 도입목적

- (1) 자동화, 성력화 및 경제적 운전
 - ① 필요정보의 집중화
 - ② 성력화(에너지 절약화)
 - ③ 효율적 열관리
 - ④ 건물 본래 기능의 향상
 - ⑤ 설비용량의 축소
 - ⑥ 인건비의 절약
- (2) 인간환경의 확보와 유지
 - ① 안전성 확보
 - ② 최적 환경의 확보

4. 도입효과

4.1 쾌적한 환경 조성

건물내의 온·습도 자동조절을 위한 각종 설비의 제어, 공기의 오염방지, 적절한 조명제어, 엘리베이터등 운송설비의 원활한 운행등 빌딩자동 제어 시스템의 기본적인 도입효과는 쾌적한 유지에 있다. 쾌적한 환경에서 근무를 함으로써 생산성을 높이고, 장시간의 근무에도 피로를 느끼지

않게 해주며, 건물밖의 환경변화와 관계없이 일을 할 수 있는 근무조건을 조성하여 준다.

위에서 보는 바와 같이 건물내의 에너지 사용량은 공조와 조명이 가장 많은 비중을 차지한다. 따라서 공조와 소요되는 에너지를 절약하기 위한 여러 방법이 강구되고 있다.

4.2 관리비의 절약

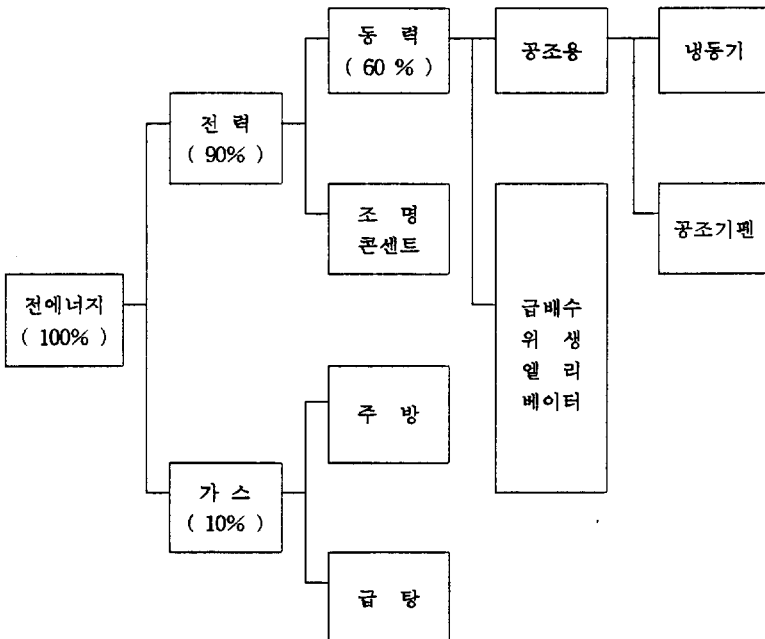
운전원이 직접 설비를 기동, 정지시키거나 또는 관리에 필요한 자료를 측정하는데 소요되는 시간을 각 현장 스테이션당 약 3분 정도 걸린다. 빌딩 자동제어 시스템을 도입하면 이와 같은 업무를 모두 자동화하여 관리비를 절약 할 수 있다.

4.3 에너지의 절약

사무실 빌딩의 에너지 사용량을 구분하면 다음과 같다.

(1) 전력제어(demand control)

모든 전기 수용가는 한국전력으로부터 전기를 공급받을 때 전력설비 규모와 사용 예상량에 따라 최대 순간 전력에 대한 계약을 해야 하며 이



에 따라 기본요금이 부과되고 이를 초과 사용하게 되면 벌금 성격의 요금을 내야 한다. 전력의 사용추이를 관찰하면서 부하의 중요도에 따라 계약 최대 순간 전력을 초과하지 않도록 제어하는 것이 전력제어이다.

(2) 절전 운전(duty cycle)

건물내 환경에 지장을 주지 않으면서 공조기를 간헐적으로 정지시킴으로써 에너지를 절약하는 것이 절전운전이다. 공조기가 정지되는 시간을 서로 틀리게 하여 전력제어의 효과도 얻을 수 있다.

(3) 최적 기동정지

(optimum start/stop)

건물의 사용개시 시간에 맞추어 실내온도를 유지하기 위하여 사전공조를 할 때 이를 연산에 의해 꼭 필요한 만큼만 가동되도록 하여 주는 것이 최적 기동이며, 건물의 사용이 끝나는 시간의 실내온도를 예측하여 사전에 공조를 정지시켜 공조기 가동시간을 줄이는 것이 최적 정지이다.

(4) 조명제어(lighting control)

건물의 사용시간대에 맞추어 조명을 제어하거나, 조도를 맞추어 주도록 제어하는 것이 조명제어이며, 이것에 의하여 전 조명전력의 20~30%를 절약할 수 있다.

(5) 기 타

CO₂, 농도제어, 엔탈피 컨트롤, 역률 제어, 야간 외기취입제어 등을 이용하면 에너지를 절약할 수 있는 여지는 많으며, 에너지 절약형 설비를 사용하면 에너지 절약 효과가 더욱 커진다.

4.4 안전성 증대

빌딩 자동제어 시스템은 건물내 근무자의 안전도, 자산의 보호 등의 효과를 얻을 수 있다.

(1) 화재 검출 및 소방제어

화재발생을 검출하여 안전지역으로의 도피, 매년 배출, 소화설비의 자동작동 등을 통하여 인명보호, 재산손실을 억제할 수 있다.

(2) 침입 경보 시스템

침입 검지 센서와 CCTV 등에 의하여 건물 내부에 침입, 출입통제 지역으로의 침입 등을 감지하여 경보를 발생시키며, 이의 자동 녹화 등에

의하여 사후대책을 마련할 수 있다.

(3) 출입 통제 시스템

건물내 중요지역의 출입 허가된 사람만이 가능하도록 하며, 기밀유지 및 재산보호등을 꾀할 수 있다. 사회가 발달하면 건물의 24시간 사용경향이 증대되며, 출입통제의 중요성은 더욱 증대된다.

4.5 LCC(Lift Cycle Cost) 감축

인텔리гент 빌딩은 시스템의 통합, 타 시스템과 인터페이스, 신뢰성이 향상된 구성, FM 기능등이 추가되기 때문에 초기의 투자비는 과거의 시스템 보다 어느 정도 추가가 예상된다. 그러나 건물의 수명이 다할 때까지 드는 추가비용 즉, Life Cycle Cost(LCC)를 고려하면 전체적으로는 비용을 절감할 수 있다.

가동비는 빌딩 자동제어 시스템이 설비별로 설치되었을 때도 에너지 절약 효과를 얻을 수 있으나 통합시스템이 도입되면 연동제어에 의하여 더욱 많은 에너지 절약효과를 얻을 수 있다.

또한 시스템의 통합에 의해 자동제어 시스템의 운영요원이 대폭 절감되며, FM을 도입함에 따라 관리의 자동화에 의한 효과 관리의 과학화에 의한 비용절감 효과 등을 얻을 수 있다.

5. 빌딩자동제어 시스템의 구성

빌딩자동제어 시스템은 크게 나누어, 중앙감시장치, 중계장치 또는 분산처리장치, 그리고 현장기기로 구성된다. 중앙감시장치는 다시 중앙연산처리장치, 메인 머신 인터페이스 주변기기 등으로 나뉜다. 다음에 각 장치의 상세를 설명한다.

5.1 중앙연산처리장치

(Central Processing Unit : CPU)

CPU는 컴퓨터 방식 중앙관제장치의 심장부로서 빌딩 중앙관제장치에는 미니 컴퓨터가 주로 사용된다. CPU 는 메인 머신 인터페이스, 주변기기, 외부기억장치 및 리모트패널과 통신할 수 있게 하는 중앙전송제어장치(입/출력 인터페이스)와 주기억장치, 연산논리장치 및 모든 기기의

동작을 관리하는 제어장치로 구성한다.

5.2 메인 머신 인터페이스

중앙연산처리장치와 인간(운전자)사이에서 대화를 하게 하는 주입/출력장치로서 컴퓨터식 중앙관제장치에서는 최소한 한 개의 장치가 있어야 한다. 주 메인 머신 인터페이스를 통하여 사용자 프로그램(data file)을 입력시켜 전 관제장치를 희망하는 대로 사용할 수 있게 하며 조작지령을 내고 관제장치를 감시한다.

5.3 주변기기

주변기기에는 보조기억 장치 및 기억의 입/출력기와 프린터, 아날시에너지, 그래픽드라이버, 슬라이드프로젝트, 비디오프린터와 같은 보조입출력기가 있다. 보조기억장치로는 자기테이프, 자기드럼식, 자기디스크식이 있다. 프린터에는 일반적으로 경보발생 및 복귀, 조작 및 동작, 계측치등 어드레스와 데이터만 기록하는 것과 회화형식으로 어드레스 다음에 그 관제점의 내용을 기억하는 것이 있는데 라인프린터가 많이 사용된다. 또한 프린터에는 계측치와 적산치를 정시 인자하여 일보를 자동 작도하는 것도 있다.

① 인터컴

중앙감시실과 현장기계실에 설치된 단말 전송장치를 연결하는 전용 통화 장치이다.

② 메시지 프린터

경보발생·복귀기록, 조작·동작기록, 경향기록, 각종 일람기록이 가능하다.

③ 비디오 프린터

CRT의 표시서면을 직접 복사할 수 있는 장치

이다. BAR 그래프로 표시되는 시간 변화에 따른 계측치 변화 경향 및 설정 내용 기록 등에 유효하다.

④ 데이터 로그

계측치, 적산치를 정해진 시간에 기록하여 전력, 공조일보를 자동 작성한다. 데이터의 기록은 시보 데이터 외에도 일합계, 월합계치, 평균치 등도 기록할 수 있다.

5.4 단말전송장치

각 설비기기(단말)와 접속하여, 아날로그점의 계측, 디지털 점의 상태 변화 등의 데이터를 중앙에 전송한다. 또한 중앙으로부터의 조작, 지령, 설정 변경지령을 단말로 보낸다.

5.5 단말기기

단말기기에는 각종 Sensor, 상태 및 경보용 릴레이, 구동기등이 있다.

(1) 계측용 Sensor

- ① 온도 Sensor
- ② 습도 Sensor
- ③ 압력 Sensor
- ④ 레벨 Sensor

(2) 상태 및 경보용 접점

- ① 상태표시 접점
- ② 경보표시 접점
- (3) 출력용 릴레이

① Maintained Output

② Momentary Output

(4) 구동기기

- ① Damper Actuator
- ② Valve Actuator

6. 빌딩자동제어 시스템

계 통	기 능	내 용
공 조 설 비	절 전 운 전 제 어	· 전기에너지소비를 절약하기 위하여 공조장치등을 사용시간 중에 연속 운전하지 않고 그 시점의 쾌적한 환경의 중간점 조건으로부터의 차이를 측근하여 공조장치 등을 기동, 정지할 수 있는 프로그램
	외 기 냉 방 제 어	· 외기의 엔탈피와 순환공기의 엔탈피를 비교하여 냉방코일에 공합되는 외기와 순환공기를 최소 냉방부하가 되도록 자동으로 선택하는 기능

계 통	기 능	내 용
공 조 설 비	부하재설정제어	<ul style="list-style-type: none"> 가장 나쁜 지역의 온방, 냉방 수요를 결정하기 위하여 건물 온도 변화의 흐름을 동적인 기록으로 유지하는 기능
	최적정지제어	<ul style="list-style-type: none"> 각 설비의 최적정지 시기를 결정하기 위하여 건물온도 변화의 흐름을 동적인 기록으로 유지하는 기능
	공조기간제어 프로그램	<p><u>최적기동</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 과거의 기동자료를 이용하여 빌딩사용개시에 적합하도록 필요한 시간보다 조기 기동이 되지 않도록 냉, 온방장치를 기동하는 프로그램 야간운전 <p><u>야간운전</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 야간에 건물을 사용하지 않는 기간 최저/최고값을 유지하기 위하여 냉, 난방장치를 운전하는 프로그램 <p><u>야간배기</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 여름철 정기적인 냉방을 시작하기 이전에 예냉시키기 위하여 외기를 이용한 냉방을 하는 프로그램
	제로에너지밴드	<ul style="list-style-type: none"> 실내온도가 미리 설정된 최적조건에 만족되면 냉난방 에너지를 정지시키는 프로그램
	직접디지털제어 프로그램	<ul style="list-style-type: none"> 비례, 비례+적분 또는 비례+적분+미분의 예산을하여 공조시스템을 프로그램에 의한 순서에 따라 수행하는 프로그램
	운전시간 프로그램	<ul style="list-style-type: none"> 장비를 감시하고 각 장비의 미리 설정된 총기동 정지의 횟수가 일정치 이상으로 초과할 때 경보가 발생하는 기능
	타임 / 이벤트 프로그램	<ul style="list-style-type: none"> 기동/정지 예정, 관제점 경보 또는 관제점 상태변화를 기준으로 관제점에 명령하는 프로그램
	먼지유출기능	<ul style="list-style-type: none"> 별도의 튜브를 사용하여 압축공기에 의해 실내의 먼지 등을 자동적으로 빈출시키는 기능
전 력 설 비 계 통	분산전력 수요 제어	<ul style="list-style-type: none"> 전력 사용량을 적산, 예측하여 전력 사용량이 최대 수요치를 초과하지 않도록 부하를 우선 순위에 따라 차단제어하는 프로그램
	역률 제어	<ul style="list-style-type: none"> 공합전력의 역률을 검출하여 전력계통에 미리 설정된 역률을 유지하기 위해서 콘덴서군의 순차 또는 로테이션으로 제어하는 프로그램
	트랜스포머 댓수 제어	<ul style="list-style-type: none"> 병렬 트랜스포머로 구성된 전력시스템의 경우 부하 사용량에 트랜스포머의 댓수제어를 통하여 에너지를 절약하는 프로그램
	아나로그상하안제어	<ul style="list-style-type: none"> 검출되는 각종 아나로그(A.V.KW) 등에 상하한치를 결정하여 제어함으로서 기기 및 전력계통을 보호하는 제어
	발전기 부하분배 제어	<ul style="list-style-type: none"> 정전기 발전기를 가동할 때 발전기 용량에 따라 이미 설정된 부하만 수용하게 하는 제어
	정전/복전제어	<ul style="list-style-type: none"> 정전에서 복전된 때 순간 돌입 전류에 의한 순간 과부하 현상을 방지하기 위하여 순차기동을 제어하는 프로그램
조 명 설 비 계 통	스케줄 제어	<ul style="list-style-type: none"> 연간 휴일을 지정하여 제어하고 일일 업무스케줄의 작성을 지정하여 제어를 임의적으로 가능케 하는 프로그램

계 통	기 능	내 용
조 명 설 비 계 통	조 광 센 서 에 의 한 제 어	• 방위별 층별로 광센서를 설치하여 업무에 지장을 초래하지 않는 범위에서 조명을 제어할 수 있는 프로그램
	공 실 감 지 제 어	• 실내의 공실감지기를 설치하여 재실인원이 없으면 자동적으로 조명을 차단하는 프로그램
방 재 설 비 계 통	출 입 자 감 시 기 능	• 출,퇴근 및 특정지역의 출입감시를 목적으로 Card Reader 또는 출입문의 시건장치에 패스워드를 사용하여 통제하는 제어
	CCTV	• 건물내의 중요개 및 외곽의 경비를 목적으로 카메라 및 감지기를 설치하여 무단침입을 방지하는 설비 • 건물 및 중요부분에 무단침입을 방지할 목적으로 각종 감지기류(적외선센서, 초음파센서, 문 스위치, 리미트 스위치, 유리파손 감지기) 를 설치하여 감시
	순 찰 자 감 시 기 능	• 순찰자의 순찰로에 순찰자 연락관제를 용이하게 유지하며, 순찰자의 순찰순서와 시간을 감시함으로써 사고 및 근무태만 등을 인지하여 방범기능을 강화하는 기능
	방 재 감 시 경 보	• 열원감지기, 연기감지기에 의하여 화재경보를 올려주는 기능
	소 화 설 비 제 어	• 소화설비를 자동점검하여 이상시 경보를 올려주는 기능
	가 스 누 출 감 지 제 어	• 가스누출시 가스감지기에 의해 경보를 올려주는 기능
	누 전 감 지 제 어	• 누전시 전력설비를 제어할 수 있는 경보를 올려주는 기능
	누 수 감 지 제 어	• 누수감지기에 의하여 누수의 경보를 올려주는 기능
	배 연 제 어	• 화재경보시 배연뎀퍼를 자동으로 닫아주는 기능
	기 타 설 비	엘 리 베 이 터 군 관 리 시 스템
주 차 장 설 비		• 차량 출입관리를 일원화하는 기능
문 서 자 동 전 달 장 치		• 건물 내에 선로를 설치하여 문서를 원하는 곳까지 자동으로 전달하는 장치

7. 빌딩자동제어를 함으로써 미치는 영향

7.1 건물주에게 주는 효과

(1) 에너지 절약

HVAC와 관련된 각종 기기의 최적 운영과 전력사용 효율을 최고로 높임으로써 불필요한 작동을 방지하며 입주자에게는 최적의 근무환경을 제공한다. 이로인해 절약되는 에너지량은 종래 방식에 의한 에너지 사용량의 30~40%에 달해 국가 차원에서도 장래에 예상되는 에너지 쇼크에 대응하는 적절한 수단중의 하나가 된다. 참고로

미국 내에서 총생산 되는 상용전력의 75%가 상업용 건물에 사용되며, 그 중 25%는 조명부분에 사용된다는 보고서가 있다.

(2) 빌딩설비의 관리 운영비용의 절감

컴퓨터화된 시스템에 의한 중앙감시 방식의 설비운영 및 Motor나 Fan과 같은 장비에 어떠한 고장이나 정보상황이 발생되기 전에 사전에 관리자에게 정확한 Trouble Shooting을 하여줌으로써 유지보수 및 관리요원을 절반이하로 축소할 수 있다. 이러한 시스템은 설비 뿐만이 아니고 구조물 자체에도 물론 적용이 가능하다.

(3) 빌딩의 수명 증가

온도 변화폭의 축소, 설비의 적절한 유지보수, 각종 재난사고의 사전방지등으로 건물의 수명 연장 효과도 가져온다. 또, 빌딩의 융통성의 극대화를 임대자들의 요구에 따라 배치 및 변경이 용이하고, 설비부족에 따른 개수 공사증가를 미연에 방지하여 빌딩수명을 증가한다.

(4) 임대성 향상

건물의 이미지 및 근무환경의 재고에 따른 부가가치를 높일 수 있고, 입주자의 확보가 유리하다.

7.2 사용자에게 주는 효과

(1) 쾌적한 환경

쾌적하고 안락한 환경을 제공하여 근무자의 생산성이 향상된다. 또한 근무중의 스트레스나 과로에 대한 충분한 고려를 통해 건강한 생활의 기반을 형성해준다.

(2) 업무의 효율화

LAN의 활용으로 종래에 개별적으로 PC 등에 사용하던 서식, 양식, 절차등이 통일되고 업무내용이 단순화하여 업무의 효율화를 가져온다.

(3) 운영경비의 절감

PBX, Host Computer의 공동이용, TV회의실 등 공동설비의 이용이 가능하여 별도의적인 측면이나 별도의 자가설비 설치공간이 불필요하고, 사무실 생산성 향상에 따른 인원의 절감효과가 커서 운영경비의 절감효과가 크게된다.

(4) 융통성 확보

기술혁신에 따른 기기의 교체 손실이 없고, 사무실의 이동, 재배치 등에 관하여 재배선 및 OA 기기의 교체 등의 작업이 불필요한, 뛰어난 융통성을 제공한다.

(5) 시큐리티 확보

정보가 기업에서 차지하는 비중이 점차 커지게 됨에 따라 기밀유지, 관리나 외부인 침입감시, 도청, 정보의 누설 등에 대한 보안이 중요하므로 이를 안전하게 지켜준다.

7.3 사회에 주는 효과

(1) 교통난 해소

첨단정보빌딩은 사무자동화(OA) 및 정보통신

(TC) 기기의 도입으로 근무자의 생산성 향상을 꾀하므로 건물 단위면적당 최소의 인원이 근무하는 사무환경이 형성된다. 따라서 건물의 크기에 비하여 근무자 수의 감소로 인하여 상대적인 교통량이 감소될 뿐만 아니라 외부와 정보네트워크화를 통하여 다량의 정보를 원거리에서 취득할 수 있으므로 이동의 감소를 가져온다.

(2) 도시집중 해소

도시에 집중되던 각종 정보는 광역 정보 네트워크를 통하여 효율적으로 분산될 수 있으며, 환경이 좋고 지가가 싼 도심에서 벗어난 지역에 첨단 정보빌딩을 건설해도 각종 정보를 이용할 수 있으므로 구태여 도심에 건물이 집중할 필요성이 없어지게 된다. 각종 첨단정보빌딩이 과천이나 일산, 분당등 위성도시권에 계획되고 있는 데서도 알 수 있다.

(3) 관련산업의 발전

첨단 정보빌딩에 관련된 산업의 범위는 대단히 넓다. 컴퓨터 관련산업, 통신관련산업, 각종 마이크로프로세서, PLC등 뿐만 아니라 사무용가구, 조명기기, 주차, 보안, CATV, CCTV, 위성기술등 모든 기술을 망라하는 각종 산업분야의 제품을 통하여 첨단정보빌딩이 구성된다. 그러므로 첨단정보빌딩산업의 융성은 이들 기반산업을 바탕으로 하기 때문에 이들 연관산업의 발전을 촉진하게 된다.

(4) 도시환경의 정비

첨단정보빌딩은 기존 빌딩들과는 달리 환경적인 측면이나 개성적인 측면이 강조된다. 획일적인 건물형태에서 벗어나 색조, 형상 등에 미적인 감각을 배려하므로 아름다운 도시환경에 기여하는 바가 크다. 도심의 건물에 아트리움이나 조경시설을 도입하여 공용의 휴식공간을 마련하여 시민들에게 휴식공간을 제공할 뿐만 아니라 공해의 발생이나 배출을 극소화하여 도시환경에 기여하는 바가 크다.

(5) 정보의 일반화 및 대중화

각종 정보의 전달이나 가공, 수집이 용이하며, 일부 기업이나 기관에 집중되던 정보의 효율적인 공유가 가능하게 된다. 따라서 정보의 수집 및 전달이나 판매를 하는 새로운 산업의 출현이 가능하게 되며 이를 통하여 새로운 형태의 직업수

요의 창출이 가능하게 된다. 정보의 일반화, 대중화는 급변하는 국제정세에 능동적으로 대처하는 계기를 마련해줄 것이며 국가나 기업, 나아가 가정에서의 의사결정에 재대하게 기여할 것이다.

참 고 문 헌

1. Fundamentals of Process Control Theory

推薦圖書紹介

韓國의 에너지 動力技術發達史

趙明濟外 2人 著者 學院文化社 新菊版 450쪽
正價 15,000원 限定會員普及價 11,000원

우리나라의 에너지 및 동력기술에 관한 본격적이고 심층적인 학술연구로서 각 시대의 특징적 사실을 고증을 거쳐 무리없게 엮어낸 역서로서 주요 목차는 다음과 같다.

제 1 편 동력기술

- | | | | |
|-------|--------------|-------|---------------|
| 제 1 장 | 재래식 수차와 관개 | 제 2 장 | 거중기와 운반용구 |
| 제 3 장 | 교통기관의 도입과 발전 | 제 4 장 | 전력생산과 동력의 현대화 |

제 2 편 에너지기술

- | | | | |
|-------|--------------|-------|--------------|
| 제 1 장 | 가마와 소성기술 | 제 2 장 | 유리제조기술 |
| 제 3 장 | 온돌난방 | 제 4 장 | 난방기술의 발전 |
| 제 5 장 | 냉장, 냉동과 공기조화 | 제 6 장 | 석탄, 석유등의 연료 |
| 제 7 장 | 경제개발과 에너지수요 | 제 8 장 | 에너지의 합리적이용기술 |
| 제 9 장 | 대체 에너지 기술 | | |